

Aufbrausendes Wasser

Hinweis: Diese Aufgabe ist so konzipiert, dass sie mit gestuften Hilfen gelöst werden kann.

Die Hilfen stehen im Medienportal zum Ausdruck auf Papier zur Verfügung oder können von den Schülerinnen und Schülern über den auf dem Arbeitsblatt enthaltenen QR-Code auf einem Tablet oder Smartphone online genutzt werden.

Das Arbeitsblatt für die Schülerinnen und Schüler sowie die Hilfen zum Druck sind in gesonderten Dateien auf dem Medienportal der Siemens Stiftung verfügbar. Allgemeines zum Einsatz von Aufgaben mit gestuften Hilfen im Unterricht findet sich in Dokument „Aufgaben mit gestuften Hilfen – Einführung“, das auch auf dem Medienportal vorhanden ist.

1 Themenaspekte

Inhaltlich geht es bei dieser Aufgabe um die Lösung von Gasen in Flüssigkeiten, im speziellen Fall um die Lösung von Kohlenstoffdioxid in Wasser. Für die Lernenden besteht die Herausforderung darin, das Phänomen der Bildung von Gasblasen durch eine geeignete naturwissenschaftliche Vorstellung zu erklären, sozusagen zu modellieren.

2 Lernvoraussetzungen und Schwierigkeitsgrad

Schülerinnen und Schüler erfahren bereits früh, dass in Wasser Bestandteile der Luft gelöst sein können. Anlass hierzu sind die Lebewesen im Wasser: Pflanzen, die Kohlenstoffdioxid aufnehmen und Sauerstoff abgeben, Fische, die mit den Kiemen Sauerstoff aus dem Wasser entnehmen und Kohlenstoffdioxid abgeben. Mineralwasser, in dem erhebliche Mengen Kohlenstoffdioxid gelöst sind, ist im Alltag präsent; die Vorstellungen zum „Spritzen“ beim Öffnen einer Mineralwasserflasche, z. B. nach dem Schütteln, gehen jedoch meist von eher unklaren Annahmen aus.

Die Schülerinnen und Schüler sollten auch über Erfahrungen mit der Durchführung einfacher Experimente verfügen. Zum einen sollen sie vor der Bearbeitung der Aufgabe in Gruppen zwei einfache Experimente (siehe Punkt 3) durchführen, zum anderen können sie diese Experimente parallel zur Bearbeitung wiederholen, damit sie gezielte Beobachtungen anstellen können.

Weil bei der Bearbeitung der Aufgabe die Alltagsvorstellungen teilweise zugunsten einer naturwissenschaftlichen Deutung überwunden werden müssen, besitzt die Aufgabe mittleren bis hohen Schwierigkeitsgrad.

3 Zum Hintergrund der Aufgabe

Kohlenstoffdioxid ist in Wasser zu mehr als 99 % physikalisch gelöst. Der geringe Teil, der chemisch gelöst ist (durch Bildung von H^+ , HCO_3^- und CO_3^{2-}) spielt für das Ausgasen und Spritzen von Mineralwasser keine Rolle.

Das Ausgasen verläuft relativ langsam, weil zur Bildung der ersten kleinen Gasbläschen vergleichsweise viel Energie nötig ist. Bei Raumtemperatur steht diese Energie nur bedingt zur Verfügung, daher kann eine Mineralwasserflasche, die ruhig gestanden hat, auch geöffnet werden, ohne dass es zum Verspritzen kommt. Das Ausgasen kann aber durch jede Art von „Keimen“ begünstigt werden. Im Zusammenhang mit der Aufgabe werden hierzu parallel zwei Vorgehensweisen präsentiert, aus denen die Lernenden im Vergleich die richtigen Schlüsse ziehen sollen:

- Beim Schütteln einer geschlossenen Mineralwasserflasche werden kleine Gasbläschen in der Flüssigkeit verteilt, die die anschließende Bildung von größeren Gasblasen begünstigen.
- Beim Einstreuen von Salz, Zucker oder Sand in ein Glas mit Mineralwasser kommt es ebenfalls zur schnellen Bildung von Gasblasen. Hier wirken die Feststoffteilchen als Keime für die Blasenbildung.

Dass sich überhaupt Blasen bilden, hat damit zu tun, dass bei Mineralwässern das Kohlenstoffdioxid mit erhöhtem Druck in die Flüssigkeit gepresst wird; es handelt sich also um eine übersättigte Lösung, d. h. es ist erheblich mehr Kohlenstoffdioxid enthalten, als sich unter Normaldruck im Wasser lösen würde. Da mit zunehmender Temperatur immer weniger Gas in Wasser gelöst werden kann, schäumt eine geschüttelte Mineralwasserflasche im warmen Zustand heftiger, als wenn sie gut gekühlt ist.

Ähnliche Effekte, die im Anschluss an die Bearbeitung der Aufgabe mit den Schülerinnen und Schülern untersucht und analysiert werden können, sind die Gasblasenbildung bei Wasser kurz vor dem Kochen – hier entweichen gelöste Luftbestandteile – und das Aufbrausen von eben siedendem Wasser beim Einstreuen von Kochsalz – hier wirken die Salzkristalle als Keime für die Bildung von Wasserdampf-Blasen.

4 Die Aufgabe

Prinzipiell könnte die Aufgabe auch vor dem Hintergrund der Beschreibung der beiden angesprochenen Experimente oder nach einer Demonstration durch die Lehrkraft gelöst werden; die konkrete Formulierung von Aufgabe und Hilfen geht aber davon aus, dass die Experimente nach kurzer mündlicher Anweisung durch die Lehrkraft gruppenweise von den Schülerinnen und Schülern selbst durchgeführt werden:

- Sie schütteln eine halbvolle Mineralwasserflasche und beobachten die Blasenbildung nach dem Öffnen.
- Sie füllen ein Glas halb mit Mineralwasser, streuen einen Feststoff ein und beobachten die Blasenbildung.

Beim zweiten Experiment können verschiedene Gruppen auch verschiedene feste Stoffe ins Mineralwasser einstreuen. Sie sollten anschließend kurz ihre Erfahrungen austauschen. Das Ergebnis dieses Erfahrungsaustausches sollte sein, dass das Aufbrausen nach dem Einstreuen weitgehend unabhängig ist von der Art des Feststoffes.

Nach der Durchführung der beiden Experimente erhalten die Schülerinnen und Schüler das Aufgabenblatt sowie die Hilfen.

In der einfachsten Form kann die Aufgabe wie folgt formuliert werden:

Ihr habt eben zwei Experimente kennen gelernt, bei denen Mineralwasser zum Aufbrausen gebracht worden ist. Findet heraus, was dazu führt, dass sich dabei schnell viele Blasen im Mineralwasser bilden. Überprüft eure Vermutungen an beiden Experimenten.
Wenn ihr eure vorherigen Beobachtungen oder eure Vermutungen noch einmal praktisch überprüfen wollt, dann könnt ihr die Experimente auch noch einmal durchführen.
Fasst am Schluss eure Überlegungen zusammen und formuliert zwei oder drei Sätze.

Materialien für je eine Gruppe:

- Dreiviertelvolle Mineralwasserflasche (volle Flaschen lassen sich nicht gut Schütteln).
- Glas, das zur Hälfte mit Mineralwasser aus der Flasche gefüllt wird.
- Kochsalz oder Zucker oder feiner Sand.

5 Variationen

Wie bereits erwähnt, kann die Aufgabe auch nach der Vorstellung der Experimente durch die Lehrkraft bearbeitet werden. In diesem Fall sollten beide Experimente aber mehrfach durchgeführt werden, um den Schülerinnen und Schülern Gelegenheit zu genauen Beobachtungen zu geben.

6 Die Hilfen in der Übersicht

Hinweis: Die Hilfen sind in einer separaten Datei zum Ausdruck vorbereitet oder können über die QR-Codes im Arbeitsblatt online genutzt werden. Auf dem Medienportal steht ein Video zur Verfügung, das den Ablauf eines der Experimente zeigt. In den Online-Hilfen ist das Video bereits eingebaut.

Hilfe 1 Erklärt euch gegenseitig die Aufgabe noch einmal in euren eigenen Worten. Klärt dabei, wie ihr die Aufgabe verstanden habt und was euch noch unklar ist.	Antwort 1 Wir sollen eine Erklärung dafür finden, warum Mineralwasser nach dem Schütteln aufbraust und ebenso, wenn man Salz, Zucker oder Sand in ein Glas mit Mineralwasser einstreut.
Hilfe 2 Erinnert euch daran, was ihr über Mineralwasser wisst. Welches Gas ist darin enthalten und lässt es sprudeln?	Antwort 2 Mineralwasser enthält viel Kohlenstoffdioxid. Wenn man eine Flasche schüttelt und dann öffnet, kann Kohlenstoffdioxid so viele Blasen bilden, dass das Wasser verspritzt.
Hilfe 3 Um zu klären, wie es zur Blasenbildung kommt, fangt ihr am besten mit einem der beiden Experimente an: Mit dem Einstreuen von einem Feststoff in Mineralwasser. (Ihr könnt euch hierzu auch das Video „Aufbrausendes Wasser“ ansehen.) Was könnt ihr hier beobachten? <u>Tipp:</u> Wenn ihr das Experiment noch einmal durchführt, dann werft nur wenige Körnchen Feststoff ins Mineralwasser.	Antwort 3 Wir beobachten, dass sich Gasblasen an den Feststoff-Körnchen bilden. Je mehr Körnchen wir hineinwerfen, desto heftiger ist die Blasenbildung.

<p>Hilfe 4</p> <p>Jetzt nehmt euch das Experiment vor, bei dem die geschlossene Flasche geschüttelt wird. Wo bilden sich hier die Gasblasen?</p> <p><u>Tipp:</u> Wenn ihr dieses Experiment noch einmal durchführt, dann stellt die geschlossene Flasche nach dem Schütteln auf den Tisch und beobachtet noch eine halbe Minute, bevor ihr sie öffnet. Dann öffnet den Verschluss und schaut genau, was in der Flüssigkeit passiert.</p>	<p>Antwort 4</p> <p>Wir sehen, dass nach dem Schütteln viele kleine Bläschen in der Flüssigkeit sind. Nach dem Öffnen können wir beobachten, dass sich große Blasen dort bilden, wo vorher kleine Bläschen waren.</p>
<p>Hilfe 5</p> <p>Versucht jetzt, die Beobachtungen aus den beiden Experimenten zu verallgemeinern.</p>	<p>Antwort 5</p> <p>Nach dem Schütteln und Öffnen bilden sich explosionsartig Gasblasen aus den kleinen Gasbläschen.</p> <p>Beim Einstreuen eines Feststoffs bilden sich Gasblasen an den festen Körnchen.</p> <p>In beiden Fällen ist etwas zusätzlich ins Wasser gekommen, was die Gasblasenbildung auslöst.</p>
<p>Hilfe 6</p> <p>Jetzt habt ihr alles zusammen, um die Frage zu beantworten.</p> <p>Übrigens bezeichnet man die zusätzlich ins Wasser hineingegebenen Feststoffe oder Gasbläschen als „Keime“ für die Bildung der großen Gasblasen.</p>	<p>Antwort 6</p> <p>Durch das Schütteln oder durch das Einstreuen eines Feststoffs werden Keime zur Gasblasenbildung erzeugt. Damit kommt es schließlich zum „Aufbrausen“ des Mineralwassers – wenn äußerer Druck es nicht verhindert.</p>